

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-126147

(43)Date of publication of application : 13.05.1997

(51)Int.Cl.

F04B 49/06

F04B 17/04

H02P 5/00

(21)Application number : 07-281354

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 30.10.1995

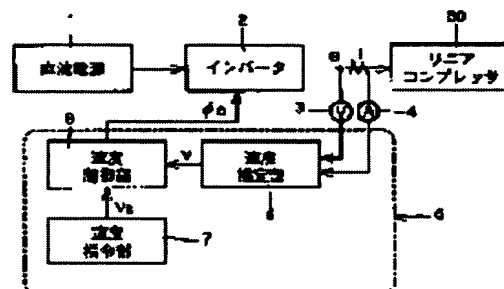
(72)Inventor : TOGASHI HITOO  
MAEKAWA MASAHIRO

## (54) DRIVE DEVICE FOR LINEAR COMPRESSOR

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To maintain the stroke of a piston constant even though a load varies.

SOLUTION: A speed estimating part 6 of a computer 5 detects a speed (v) of a piston in accordance with an output voltage (e) of an inverter and a drive power (i) detected by a voltage detecting device 3 and a current detecting device 4. A speed control part 8 controls the output voltage (e) of the inverter so that the detected speed (v) coincides with an instruction value vS delivered from a speed instructing part 7.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

04.10.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

31.01.2006

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(39)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-126147

(43)公開日 平成9年(1997)5月13日

| (51)Int.Cl. <sup>9</sup> | 識別記号  | 庁内整理番号 | F I           | 技術表示箇所  |
|--------------------------|-------|--------|---------------|---------|
| F 0 4 B 49/06            | 3 4 1 |        | F 0 4 B 49/06 | 3 4 1 E |
| 17/04                    |       |        | H 0 2 P 5/00  | 1 0 1 Z |
| H 0 2 P 5/00             | 1 0 1 |        | F 0 4 B 17/04 |         |

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平7-281354

(22)出願日 平成7年(1995)10月30日

(71)出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72)発明者 富樫 仁夫

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内

(72)発明者 前川 正弘

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内

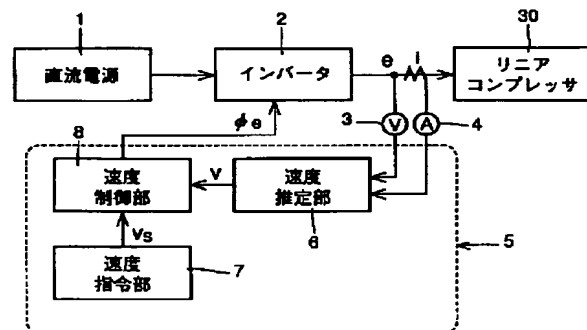
(74)代理人 弁理士 深見 久郎 (外2名)

(54)【発明の名称】 リニアコンプレッサの駆動装置

(57)【要約】

【課題】 負荷が変動してもピストンのストロークを一定に保つことができるリニアコンプレッサの駆動装置を提供する。

【解決手段】 コンピュータ5の速度推定部6は、電圧検出装置3および電流検出装置4によって検出されたインバータ2の出力電圧 $e$ および駆動電力 $i$ に基づいてピストン32の速度 $v$ を検出する。速度制御部8は、検出速度 $v$ が速度指令部7から出力された指令速度 $v_s$ に一致するようにインバータ2の出力電圧 $e$ を制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 リニアモータによってシリンダ内でピストンを往復運動させ圧縮ガスを生成するリニアコンプレッサの駆動装置であって、

前記リニアモータに駆動電力を供給するための出力電圧の制御が可能な交流電源、

前記交流電源の出力電圧を検出するための電圧検出手段、

前記交流電源から前記リニアモータに流れる電流を検出するための電流検出手段、

前記電圧検出手段と前記電流検出手段の検出結果に基づいて前記ピストンの速度を検出する速度検出手段、

前記ピストンの速度を指令する速度指令手段、および前記速度検出手段によって検出された検出速度が前記速度指令手段によって指令された指令速度に一致するように前記交流電源の出力電圧を制御する制御手段を備える、リニアコンプレッサの駆動装置。

【請求項2】 リニアモータによってシリンダ内でピストンを往復運動させ圧縮ガスを生成するリニアコンプレッサの駆動装置であって、

前記リニアモータに駆動電力を供給するための出力電圧の制御が可能な交流電源、

前記交流電源の出力電圧を検出するための電圧検出手段、

前記交流電源から前記リニアモータに流れる電流を検出するための電流検出手段、

前記電圧検出手段と前記電流検出手段の検出結果に基づいて前記ピストンの前記シリンダ内における位置を検出する位置検出手段、

前記ピストンの前記シリンダ内における位置を指令する位置指令手段、および前記位置検出手段によって検出された検出位置が前記位置指令手段によって指令された指令位置に一致するように前記交流電源の出力電圧を制御する制御手段を備える、リニアコンプレッサの駆動装置。

【請求項3】 前記位置検出手段は、

前記電圧検出手段と前記電流検出手段の検出結果に基づいて前記ピストンの速度を検出する速度検出手段、および前記速度検出手段によって検出された前記ピストンの速度を積分して前記ピストンの前記シリンダ内における位置を求める積分手段を含む、請求項2に記載のリニアコンプレッサの駆動装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明はリニアコンプレッサの駆動装置に関し、特に、リニアモータによってピストンをシリンダ内で往復運動させ圧縮ガスを生成するリニアコンプレッサの駆動装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、冷蔵庫のような冷却装置において

膨張した冷媒ガスを圧縮する機構としてリニアコンプレッサの開発が進められている。

【0003】図8は、従来のリニアコンプレッサ30の構成を示す断面図である。図8において、このリニアコンプレッサ30は、シリンダ31と、シリンダ31内に往復動自在に嵌挿されたピストン32と、ピストン32のヘッドに面して形成された圧縮室33と、圧縮室33内のガス圧に応じて開閉する吸込バルブ34および吐出バルブ35とを備える。

10 【0004】また、このリニアコンプレッサ30は、ピストン32を往復動させるためのリニアモータ36と、ピストン32を往復動自在に支持するためのピストンばね41とを備える。リニアモータ36は、円筒状の継鉄部37と、巻回されたコイルを有する固定子38、39と、円筒状の永久磁石を有する可動体40とを含む。継鉄部37は、シリンダ31と同心に設けられ、その一端はシリンダ31の一端に接合される。固定子38はシリンダ31の外周壁に設けられ、固定子39は継鉄部37の内周壁に設けられる。可動体40は、固定子38と39の間に往復動自在に挿入され、その一端はピストン32の一端に接合される。ピストンばね41の周辺部は継鉄部37の他端面に固定され、その中央部41aはピストン32の一端に固定される。

20 【0005】ピストン32は、ピストン32および可動体40の重量、圧縮室33内のガスの圧力変動に基づくガスばねのばね定数、ピストンばね41のばね定数などから定まる共振周波数Fcを有する。共振周波数Fcは、ピストンばね41のばね定数を調整することによりたとえば商用電力の周波数に設定される。リニアモータ36の固定子38、39のコイルには、図示しない交流電源より共振周波数Fcの一定の交流電圧が印加される。

【0006】なお、これらの部品31～41は、防音・防振のためマウントばね42を介してケーシング43内に収容される。

【0007】次に、このリニアコンプレッサ30の動作について説明する。前記交流電源によってリニアモータ36の固定子38、39のコイルに交流電圧を印加して電流を流すと、その電流の方向に応じた方向の電磁力が可動体40の永久磁石に作用し、可動体40およびピストン32が往復動する。このピストン32の往復動により、膨張ガスが吸込バルブ34を介して圧縮室33内に吸い込まれ、圧縮室33内で生成された圧縮ガスが吐出バルブ35を介して吐出される。

【0008】圧縮ガスは、冷却装置の熱交換器から熱を吸収して膨張し、熱交換器を介して被冷却物を冷却させる。

【0009】このように、リニアコンプレッサ30では、リニアモータ36によってピストン32が直接駆動されるので、動力源の回転運動がクランク機構などによ

ってピストンの往復運動に変換される回転式のコンプレッサに比べて、エネルギー損失が少なくて済み、装置の小型化が可能となる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来のリニアコンプレッサ30には以下のような問題があった。すなわち、冷却装置の熱負荷が定格よりも低くなって膨張ガスおよび圧縮ガスの圧力がともに低下した場合、ピストン32のストロークが可動範囲を超えて大きくなり、装置が破損する恐れがあった。逆に、冷却装置の熱負荷が定格よりも高くなって膨張ガスおよび圧縮ガスの圧力がともに上昇した場合、ピストン32のストロークが小さくなり十分な冷却能力が得られなかった。したがって、従来のリニアコンプレッサ30は、使用可能な負荷の範囲が狭かった。

【0011】それゆえに、この発明の主たる目的は、負荷が変動してもピストンのストロークを一定に保つことができるリニアコンプレッサの駆動装置を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】この発明の第1のリニアコンプレッサの駆動装置は、リニアモータによってシリンダ内でピストンを往復運動させ圧縮ガスを生成するリニアコンプレッサの駆動装置であって、前記リニアモータに駆動電力を供給するための出力電圧の制御が可能な交流電源、前記交流電源の出力電圧を検出するための電圧検出手段、前記交流電源から前記リニアモータに流れる電流を検出するための電流検出手段、前記電圧検出手段と前記電流検出手段の検出結果に基づいて前記ピストンの速度を検出する速度検出手段、前記ピストンの速度を指令する速度指令手段、および前記速度検出手段によって検出された検出速度が前記速度指令手段によって指令された指令速度に一致するように前記交流電源の出力電圧を制御する制御手段を備えたことを特徴としている。

【0013】このリニアコンプレッサの駆動装置では、交流電源の出力電圧と交流電源からリニアモータに流れる電流とが検出され、これらの検出結果に基づいてピストンの速度が検出される。そして、その検出速度が速度指令手段によって指令された指令速度に一致するように交流電源の出力電圧が制御される。したがって、負荷が変動してもピストンの速度は指令速度に保持され、ピストンのストロークが一定に保持される。

【0014】また、この発明の第2のリニアコンプレッサの駆動装置は、リニアモータによってシリンダ内でピストンを往復運動させ圧縮ガスを生成するリニアコンプレッサの駆動装置であって、前記リニアモータに駆動電力を供給するための出力電圧の制御が可能な交流電源、前記交流電源の出力電圧を検出するための電圧検出手段、前記交流電源から前記リニアモータに流れる電流を

検出するための電流検出手段、前記電圧検出手段と前記電流検出手段の検出結果に基づいて前記ピストンの前記シリンダ内における位置を検出する位置検出手段、前記ピストンの前記シリンダ内における位置を指令する位置指令手段、および前記位置検出手段によって検出された検出位置が前記位置指令手段によって指令された指令位置に一致するように前記交流電源の出力電圧を制御する制御手段を備えたことを特徴としている。

【0015】このリニアコンプレッサの駆動装置では、交流電源の出力電圧と交流電源からリニアモータに流れる電流とが検出され、これらの検出結果に基づいてピストンのシリンダ内における位置が検出される。そして、その検出位置が位置指令手段によって指令された指令位置に一致するように交流電源の出力電圧が制御される。したがって、負荷が変動してもピストンの位置は指令位置に保持され、ピストンのストロークが一定に保持される。

【0016】また、好ましくは、前記位置検出手段は、前記電圧検出手段と前記電流検出手段の検出結果に基づいて前記ピストンの速度を検出する速度検出手段、および前記速度検出手段によって検出された前記ピストンの速度を積分して前記ピストンの前記シリンダ内における位置を求める積分手段を含む。これにより、位置検出手段が容易に構成される。

【0017】

【発明の実施の形態】

【実施の形態1】図1は、この発明の実施の形態1によるリニアコンプレッサの駆動装置の構成を示すブロック図である。

【0018】図1において、このリニアコンプレッサの駆動装置は、直流電源1、インバータ2、電圧検出装置3、電流検出装置4およびコンピュータ5を備え、コンピュータ5は、速度推定部6、速度指令部7および速度制御部8を含む。

【0019】直流電源1は、所定の直流電圧をインバータ2に出力する。インバータ2は、直流電源1から入力された直流電圧を、コンピュータ5の速度制御部8から与えられた電圧制御信号 $\phi$ に応じた電圧 $e$ でピストン32の共振周波数 $F_c$ に等しい周波数の交流電圧に変換する。インバータ2の出力電圧 $e$ はリニアコンプレッサ30のリニアモータ36のコイルに印加される。

【0020】電圧検出装置3は、インバータ2の出力電圧 $e$ を検出し、検出値 $e$ をデジタル信号に変換してコンピュータ5の速度推定部6に与える。電流検出装置4は、インバータ2からリニアコンプレッサ30に流れる電流 $i$ を検出し、検出値 $i$ をデジタル信号に変換してコンピュータ5の速度推定部6に与える。

【0021】コンピュータ5の速度推定部6は、電圧検出装置3および電流検出装置4からのデジタル信号に基づいて、リニアコンプレッサ30のピストン32の速度

vを検出し、検出値vを速度制御部8に与える。速度指令部7は、振幅制御可能な正弦波発生器を含み、その正弦波発生器で生成された指令速度v<sub>i</sub>を速度制御部8に与える。指令速度v<sub>i</sub>は、ピストン32の動作パターン（ストロークと周期）から予め定められている。

【0022】コンピュータ5の速度制御部8は、速度推定部6から与えられた検出速度vの振幅が速度指令部7から与えられた指令速度v<sub>i</sub>の振幅に一致するように、電圧制御信号φをインバータ2に与えてインバータ2の出力電圧eを制御する。すなわち、速度制御部8は、図2(a)に示すように検出速度vの振幅が指令速度v<sub>i</sub>の振幅よりも小さいときは、図2(b)に示すようにインバータ2の出力電圧eの振幅を増大させる。逆に、速度制御部8は、検出速度vの振幅が指令速度v<sub>i</sub>の振幅よりも大きいときは、インバータ2の出力電圧eの振幅を減少させる。

【0023】図3は、図1に示したリニアコンプレッサの駆動装置の動作を示すブロック線図である。このブロック線図に従って、リニアコンプレッサの駆動装置の動作について説明する。

\*20 【数1】

$$kfv = e - \left( L \frac{di}{dt} + Ri + \frac{1}{C} \int idt \right) \quad \dots(1)$$

【0027】算出された検出速度vと速度指令部7から出力された指令速度v<sub>i</sub>とが速度制御部8に与えられる。指令速度v<sub>i</sub>は、指令電圧e<sub>i</sub>に変換され、指令速度v<sub>i</sub>に検出速度vが一致するように指令電圧e<sub>i</sub>に制御電圧e<sub>c</sub>が加算される。指令電圧e<sub>i</sub>に制御電圧e<sub>c</sub>を加算した電圧がインバータ2の出力電圧eとなる。

【0028】この実施の形態においては、リニアコンプレッサ30のピストン32の速度vが予め定められた指令速度v<sub>i</sub>に常に一致するように制御されるので、負荷が変動してもピストン32のストロークは一定に保たれる。したがって、冷却装置の熱負荷が定格より低くなってもピストン32のストロークが大きくなって装置が破損することがなく、熱負荷が定格より高くなってもピストン32のストロークが小さくなって冷却能力が低下することはない。よって、リニアコンプレッサ30を広範囲に変動する負荷に対しても使用することが可能となる。

【0029】なお、この実施の形態では、コンピュータ5の速度制御部8は、検出速度vの振幅が指令速度v<sub>i</sub>の振幅に一致するようにインバータ2の出力電圧eの振幅を制御したが、これに限るものではなく、検出速度vが指令速度v<sub>i</sub>に一致するように制御するのであればどのように制御してもよい。たとえば、指令速度v<sub>i</sub>と検出速度vの偏差に応じて、インバータ2の出力電圧eをリアルタイムで制御してもよい。

【0030】【実施の形態2】図4は、この発明の実施の形態2によるリニアコンプレッサの駆動装置の構成を示すブロック図である。

\*【0024】インバータ2からリニアコンプレッサ30に電圧eが印加されると、リニアコンプレッサ30のリニアモータ36のコイルが有するインダクタンスL、容量値Cおよび抵抗値Rに応じた電流iがインバータ2からリニアコンプレッサ30に流れ、電流iに比例した力kfiが発生する。この力kfiと、ピストン32および可動体40の質量と、圧縮室33内のガス圧に基づくガスばねおよびピストンばね41のばね定数とによりピストン32の速度vが決まり、速度vに比例した電圧kfvがリニアモータ36のコイルに負帰還される。したがって、リニアモータ36のコイルに流れる電流iは、ピストン32の速度vが大きくなって負帰還される誘起電圧kfvが大きくなると小さくなる。

【0025】インバータ2の出力電圧eとリニアモータ36のコイルに流れる電流iとがコンピュータ5の速度推定部6に与えられ、これらの値e、iと予め測定されているリニアモータ36のコイルのインピーダンスとからピストン32の速度vが次式に基づいて算出される。

【0026】

【数1】

【0031】図4において、このリニアコンプレッサの駆動装置は、直流電源1、インバータ2、電圧検出装置3、電流検出装置4およびコンピュータ10を備え、コンピュータ10は、速度推定部11、位置推定部12、位置指令部13、速度指令部14および速度制御部15を含む。直流電源1、インバータ2、電圧検出装置3および電流検出装置4については、図1で説明したものと同じであるので説明は省略される。

【0032】コンピュータ10の速度推定部11は、電圧検出装置3および電流検出装置4からのデジタル信号に基づいて、リニアコンプレッサ30のピストン32の速度vを検出し、検出値vを位置推定部12に与える。位置推定部12は、検出速度vを積分することによってピストン32のシリンダ31内における位置xを検出する。なお、図5に示すように、検出速度vおよび検出位置xは正弦波となり、検出位置xは検出速度vよりも90°位相が遅れる。また、検出速度xの振幅からピストン32のストロークがわかる。

【0033】位置指令部13は、振幅制御が可能な正弦波発生器を含み、その正弦波発生器で生成された指令位置x<sub>i</sub>を速度指令部14に与える。指令位置x<sub>i</sub>は、ピストン32の動作パターン（ストロークと周期）から予め定められている。

【0034】速度指令部14は、位置推定部12から与えられた検出位置xの振幅が位置指令部13から与えられた指令位置x<sub>i</sub>の振幅に一致するように指令速度v<sub>i</sub>の振幅を調整して指令速度v<sub>i</sub>を速度制御部15に与える。すなわち、速度指令部14は、図6(a)に示すよ

うに検出位置 $x$ の振幅が指令位置 $x_c$ の振幅よりも小さいときは、図6(b)に示すように指令速度 $v_c$ の振幅を増大させる。逆に、速度指令部14は、検出位置 $x$ の振幅が指令位置 $x_c$ の振幅よりも大きいときは、指令速度 $v_c$ の振幅を減少させる。

【0035】図7は、図4に示したリニアコンプレッサの駆動装置の動作を示すブロック線図である。このブロック線図に従って、リニアコンプレッサの駆動装置の動作について説明する。リニアコンプレッサ30の動作については、図3で説明したとおりである。

【0036】インバータ2の出力電圧 $e$ とリニアモータ36のコイルに流れる電流 $i$ とがコンピュータ10の速度推定部11に与えられ、これらの値 $e$ 、 $i$ と予め測定されているリニアモータ36のコイルのインピーダンスとからピストン32の速度 $v$ が上掲した式(1)に基づいて算出される。

【0037】算出された検出速度 $v$ は位置推定部12によって積分され検出位置 $x$ となる。この検出位置 $x$ と位置指令部13から出力された指令位置 $x_c$ とが速度指令部14に与えられる。検出位置 $x$ が指令位置 $x_c$ に一致するように速度指令部14によって指令速度 $v_c$ が調整される。調整された指令速度 $v_c$ は速度制御部15によってインバータ2の出力電圧 $e$ に変換される。

【0038】この実施の形態においては、リニアコンプレッサ30のピストン32の位置 $x$ が予め定められた指令位置 $x_c$ に常に一致するように制御されるので、負荷が変動してもピストン32のストロークは一定に保たれる。したがって、実施の形態1と同様、リニアコンプレッサ30を広範囲に変動する負荷に対しても使用することが可能となる。

【0039】なお、この実施の形態では、コンピュータ10の速度指令部14は、検出位置 $x$ の振幅が指令位置 $x_c$ の振幅に一致するように指令速度 $v_c$ の振幅を制御したが、これに限るものではなく、検出位置 $x$ が指令位置 $x_c$ に一致するように制御するのであればどのように制御してもよい。たとえば、指令位置 $x_c$ と検出位置 $x$ の偏差に応じて、指令速度 $v_c$ をリアルタイムで制御してもよい。

【0040】

【発明の効果】以上のように、この発明の第1のリニアコンプレッサの駆動装置では、交流電源の出力電圧と交流電源からリニアモータに流れる電流とに基づいてピストンの速度が検出され、その検出速度が速度指令手段によって指令された指令速度に一致するように交流電源の出力電圧が制御される。したがって、負荷が変動してもピストンの速度は指令速度に保持され、ピストンのストロークが一定に保持される。よって、負荷変動に伴う装置の破損や冷却能力の低下が防止され、使用可能な負荷の範囲が広がる。

【0041】また、この発明の第2のリニアコンプレ

ッサの駆動装置では、交流電源の出力電圧と交流電源からリニアモータに流れる電流とに基づいてピストンのシリンダ内における位置が検出され、その検出位置が位置指令手段によって指令された指令位置に一致するように交流電源の出力電圧が制御される。したがって、負荷が変動してもピストンの位置は指令位置に保持され、ピストンのストロークが一定に保持される。よって、負荷変動に伴う装置の破損や冷却能力の低下が防止され、使用可能な負荷の範囲が広がる。

10 【0042】また、位置検出手段は、電圧検出手段と電流検出手段の検出結果に基づいてピストンの速度を検出する速度検出手段と、速度検出手段によって検出されたピストンの速度を積分してピストンのシリンダ内における位置を求める積分手段を含むこととすれば、位置検出手段を容易に構成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施の形態1によるリニアコンプレッサの駆動装置の構成を示すブロック図である。

20 【図2】図1に示したリニアコンプレッサの駆動装置の動作を説明するための波形図である。

【図3】図1に示したリニアコンプレッサの駆動装置の動作を説明するためのブロック線図である。

【図4】この発明の実施の形態2によるリニアコンプレッサの駆動装置の構成を示すブロック図である。

【図5】図4に示したリニアコンプレッサの駆動装置の動作を説明するための波形図である。

【図6】図4に示したリニアコンプレッサの駆動装置の動作を説明するための他の波形図である。

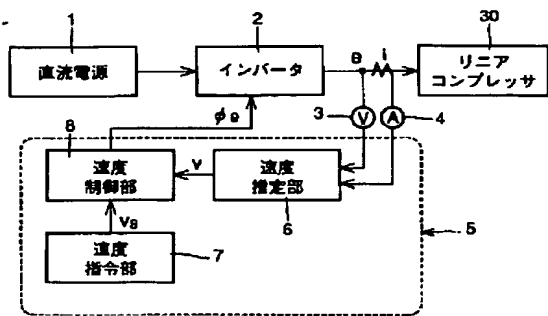
30 【図7】図4に示したリニアコンプレッサの動作を説明するためのブロック線図である。

【図8】従来のリニアコンプレッサの構成を示す断面図である。

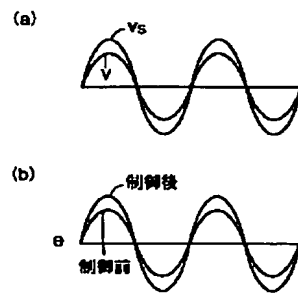
【符号の説明】

- 1 直流電源
- 2 インバータ
- 3 電圧検出装置
- 4 電流検出装置
- 5, 10 コンピュータ
- 6, 11 速度推定部
- 7, 14 速度指令部
- 8, 15 速度制御部
- 12 位置推定部
- 13 位置指令部
- 30 リニアコンプレッサ
- 31 シリンダ
- 32 ピストン
- 33 圧縮室
- 36 リニアモータ
- 41 ピストンばね

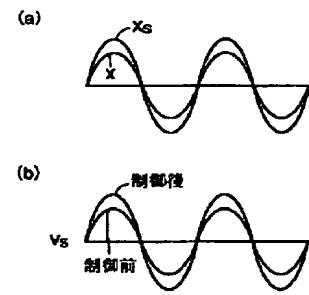
【図1】



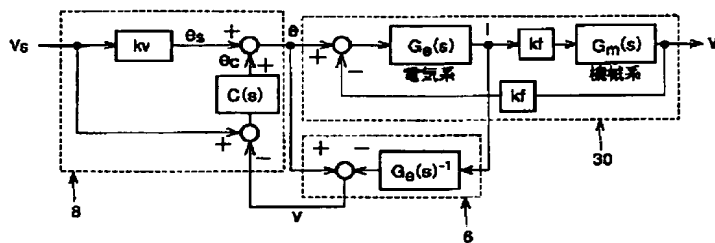
【図2】



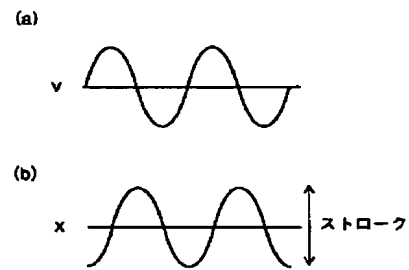
【図6】



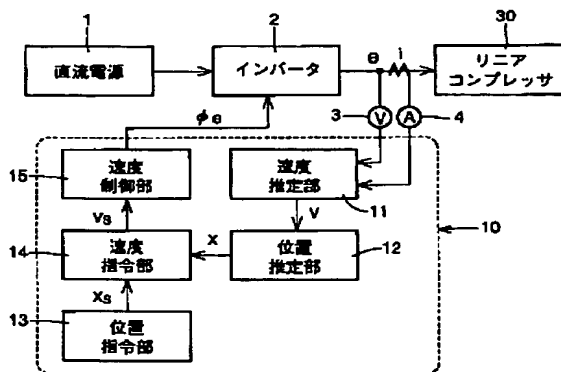
【図3】



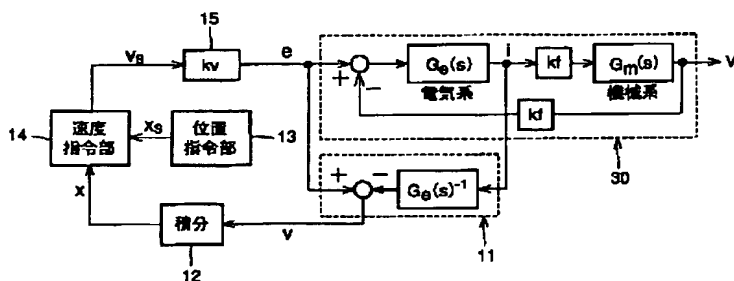
【図5】



【図4】



【図7】



【図8】

